

DE 30 45 996 A1

**19 FEDERAL REPUBLIC
OF GERMANY**



**GERMAN
PATENT
OFFICE**

12 Publication Document
10 DE 30 45 996 A1

51 International Classification
A 61 B 17/38
A 61 B 17/39

21 Reference: P 30 45 996.2
22 Application Date: 12/5/80
43 Publication date: 7/8/82

71 Applicant:
Medic Eschmann Handelsgesellschaft für
medizinische Instrumente **mbH**
Medic Eschmann Trading Corporation for medical
instruments **mbH** (GmbH), 2000 Hamburg,
Germany

72 Inventor:
Garabet, Luca, Cert. Engineer; Huettich, Herbert,
Engineering graduate student, 2000 Hamburg,
Germany

54 Electrical surgical device

THIS PAGE BLANK (USP 10)

**DIETRICH LEWINSKY
HEINZ-JOACHIM HUBER
REINER PRIETSCH
PATENT ATTORNEYS
GOTTHARDSTR. 81
MUNICH 21, GERMANY**

December 5, 1980

Medic Eschmann Trading Corporation
for medical instruments GmbH, 2000 Hamburg, Germany

13.275-IV/sa.

Patent Claims:

1. Electrical surgical device with a selector switch for 'monopolar' and 'bipolar' operating modes, and with an additional selector switch effective in the 'monopolar' mode for 'cut' and 'coagulate' sub-modes, and with at least one adjustable resistance to adjust the output power in each operating mode, whereby in monopolar mode an output connection of the device is connected with the patient's body by means of a plate electrode and the other output connection of the device is connected to a so-called active electrode held by the surgeon, and in bipolar mode both output connections of the device are connected with two electrodes to be held by the surgeon that are preferably designed as forceps with arms electrically insulated from each other,

characterized in that

the value (R) of the resistance determining the output power of the device may be increased by actuation of a first contact (K1) mounted in the handgrip of the electrode to be held by the surgeon and connected electrically to the device, and may be decreased by actuation of a second contact (K2) of the same type.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3045996 A1**

⑤ Int. Cl. 3:
A61B 17/38
A 61 B 17/39

⑳ Aktenzeichen:
㉔ Anmeldetag:
㉕ Offenlegungstag:

P 30 45 998.2
5. 12. 80
8. 7. 82

㉗ Anmelder:
Medic Eschmann Handelsgesellschaft für medizinische
Instrumente mbH, 2000 Hamburg, DE

㉘ Erfinder:
Garabet, Luca, Dipl.-Ing.; Hüttich, Herbert, Ing.(grad.), 2000
Hamburg, DE

entum

DE 3045996 A1

⑤A Elektro-Chirurgiegerät

DE 3045996 A1

PATENTANWÄLTE
DIETRICH LEWINSKY
HEINZ-JOACHIM HUBER
REINER PRIETSCH
MÜNCHEN 21
GOTTHARDSTR. 81

3045996

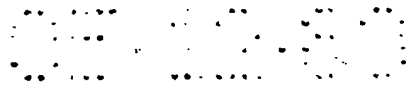
-5. Dez. 1980

Medic Eschmann Handelsgesellschaft
für medizinische Instrumente mbH

13.275-IV/sa.

P A T E N T A N S P R Ü C H E :

1. Elektrochirurgiegerät mit einem Umschalter für die Betriebsarten "monopolar" und "bipolar" und mit einem weiteren, in der Betriebsart "monopolar" wirksamen Umschalter zwischen den Betriebsarten "schneiden" und "koagulieren", sowie mit mindestens einem einstellbaren Widerstand zur Einstellung der Ausgangsleistung in der jeweiligen Betriebsart, wobei bei monopolarer Betrieb ein Ausgangsanschluß des Gerätes über eine Plattenelektrode mit dem Körper des Patienten und der andere Ausgangsanschluß mit einer sogenannten aktiven, vom Chirurgen zu handhabenden Elektrode verbunden ist und im bipolaren Betrieb beide Ausgangsanschlüsse mit zwei von dem Chirurgen zu handhabenden Elektroden, die vorzugsweise als Pinzette mit voneinander isolierten Branchen ausgebildet sind, verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert (R) des die Ausgangsleistung des Gerätes bestimmenden Widerstandes durch Betätigung eines ersten, in dem Griffstück der vom Chirurgen zu handhabenden Elektrode(n) untergebrachten und mit dem Gerät elektrisch verbunden Kontaktes (K1) vergrößerbar und durch Betätigung eines zweiten, gleichartigen Kontaktes (K2) verkleinerbar ist.
2. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Widerstandswert (R) über eine optische, digitale oder analoge Anzeigevorrichtung (15, 16) in dimensionslosen Einheiten anzeigbar ist.



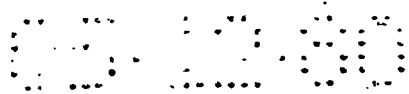
3. Gerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der eingestellte Widerstandswert über eine akustische, in der Tonhöhe oder der Lautstärke veränderbare Einrichtung (11 bis 14) anzeigbar ist.
4. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontakte (K1, K2) im Stromkreis eines richtungs-umkehrbaren Servomotors (M) liegen, der den Widerstandswert (R) durch Verdrehung eines Potentiometers ändert.
5. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontakte (K1, K2) ein richtungsumkehrbares Schrittschaltwerk (A', A'') steuern, dessen Kontakte (a_0 bis a_{n+1}) mit einer Widerstandskette (R1 bis Rn) verbunden sind und das an seinen Ausgangsanschlüssen den von seiner Stellung abhängigen Widerstandswert (R) liefert.
6. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontakte (K1, K2) eine Analogschaltung (19) steuern, die an ihrem Ausgang ein Gleichspannungssignal liefert, dessen Pegel kontinuierlich zunimmt, solange der eine Kontakt (K1) betätigt ist, dessen Pegel kontinuierlich abnimmt, solange der andere Kontakt (K2) betätigt ist und dessen Pegel bei Betätigung beider Kontakte und bei nichtbetätigten Kontakten konstant bleibt, und daß dieser Analogschaltung (19) ein Halbleiter (20) nachgeschaltet ist, der an einer Steuerelektrode das Gleichspannungssignal erhält und der einen von dem Pegel des Gleichspannungssignals abhängigen Durchlaßwiderstand hat, der den einstellbaren Widerstandswert (R) bildet.
7. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontakte (K1, K2) eine Digitalschaltung (21) steuern, die an ihrem Ausgang ein digitalcodiertes Signal liefert, dessen Wert schrittweise wächst, solange der eine Kontakt betätigt ist, dessen Wert schrittweise abnimmt, solange der andere Kontakt betätigt ist und dessen Wert bei Betätigung beider

Kontakte (K1, K2) und bei nichtbetätigten Kontakten (K1, K2) konstant bleibt, und daß dieser Digitalschaltung ein Digital/Analogwandler (22) nachgeschaltet ist, dessen Ausgangssignal den Durchlaßwiderstand eines Halbleiters (23) steuert, dessen Durchlaßwiderstand den einstellbaren Widerstandswert (R) bildet.

8. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontakte (K1, K2) eine Digitalschaltung (21) steuern, die an ihrem Ausgang ein digitalcodiertes Signal liefert, dessen Wert schrittweise wächst, solange der eine Kontakt (K1) betätigt ist, dessen Wert schrittweise abnimmt, solange der andere Kontakt (K2) betätigt ist und dessen Wert bei Betätigung beider Kontakte (K1, K2) und bei nichtbetätigten Kontakten (K1, K2) konstant bleibt, und daß der Digitalschaltung (21) ein Decoder (23) nachgeschaltet ist, der zu den Teilwiderständen (R_1 bis R_8) einer Widerstandskette parallelliegende Schalter (a_1 bis a_8) steuert, wobei die Widerstandskette den einstellbaren Widerstandswert (R) in Form von Widerstandsschritten liefert.

9. Gerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Digitalschaltung einen Aufwärts/Abwärts-Zähler (24) enthält, dessen Zähleingang mit einem Taktgeber (27) verbunden ist, dessen Eingang (Up/Down) für den Zählbefehl und die Zählrichtung mit den Kontakten (K1, K2) verbunden ist und der an seinem Ausgang das digitalcodierte Signal - vorzugsweise in Form von BCD-Daten - liefert.

10. Gerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Zähler (24) das digitalcodierte Signal über einen Datenbus (DB) abgibt, der einerseits mit dem Decoder (23) zur Steuerung der Schalter der Widerstandskette und andererseits mit einem Digital/Analog-Wandler (22) verbunden ist, der eine digitale oder analoge optische Anzeige (25) für den Zählerstand in di-



3045996

- 4 -

mensionslosen Werten sowie eine Schaltung (26) steuert, die ein entsprechend dem Zählerstand in seiner Amplitude oder Frequenz veränderliches akustisches Signal liefert.

11. Gerät nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß für jede Betriebsart des Gerätes ein getrennter Ausgang vorgesehen ist, der bei Wahl der betreffenden Betriebsart ein Signal an einen entsprechenden Meldeeingang (E3 bis E5) der Digitalschaltung abgibt und daß die Digitalschaltung eine Steuerlogik enthält, die für jede Betriebsart des Gerätes einen Betriebsartenspeicher (FF1 bis FF3) und einen diesem zugeordneten Datenspeicher (MI bis MIII) umfaßt, wobei die Dateneingänge (D_{in}) aller Datenspeicher (MI bis MIII) mit dem Datenbus (DB1) und die Datenausgänge (D_{out}) aller Datenspeicher (MI bis MIII) mit einem weiteren, mit einem Preseteingang des Zählers (Z) verbundenen Datenbus (DB2) verbunden sind und der in der jeweils gewählten Betriebsart aktivierte Betriebsartenspeicher die fortlaufende Übernahme und Speicherung der Ausgangsdaten des Zählers von dem ersten Datenbus (DB1) in den zugeordneten Datenspeicher sowie die fortlaufende Ausgabe der gespeicherten Daten über den zweiten Datenbus (DB2) steuert, bei Übergang auf eine neue Betriebsart die Dateneingabe und -ausgabe dieses Datenspeichers sperrt und bei erneuter Wahl der gleichen Betriebsart die Ausgabe der zuletzt gespeicherten Daten freigibt und gleichzeitig die Übernahme dieser Daten in den Zähler (Z) durch kurzzeitige Aktivierung dessen Preseteinganges steuert, sowie während der Aktivierung des Preseteinganges die Dateneingabe des Datenspeichers gesperrt hält.

12. Gerät nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsartenspeicher (FF1 bis FF3) den Preseteingang des Zählers (Z) über ein gemeinsames Monoflop (MF) ansteuern.

13. Gerät nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontakte (K1, K2) über ein EXCLUSIV-NOR-Glied (G8) mit

dem Preseteingang des Zählers verbunden sind.

14. Gerät nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsarten-Meldeeingänge (E3 bis E5) mit den Betriebsartenspeichern (FF1 bis FF3) über eine Plausibilitätskontrolle (29) verbunden sind, die bei fehlender Aktivierung oder bei Aktivierung von mehr als einer Betriebsart alle Betriebsartenspeicher (FF1 bis FF3) in den Ausgangszustand zurücksetzt.

15. Gerät nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsartenspeicher aus Flip-Flops (FF1 bis FF3) bestehen, und daß deren Ausgänge (Q) über ein gemeinsames UND-Glied (G7) den Preseteingang des Zählers (Z) aktivieren, solange keiner der Betriebsarten-Meldeeingänge ein Betriebssignal (L) erhält.

E L E K T R O - C H I R U R G I E G E R Ä T

Die Erfindung betrifft ein Elektro-Chirurgiegerät mit einem Umschalter für die Betriebsarten "monopolar" und "bipolar" und mit einem weiteren, in der Betriebsart "monopolar" wirk-samen Umschalter zwischen den Betriebsarten "schneiden" und "koagulieren", sowie mit mindestens einem einstellbaren Wider-stand zur Einstellung der Ausgangsleistung in der jeweiligen Betriebsart, wobei bei monopolarer Betrieb ein Ausgangsanschluß des Gerätes über die Plattenelektrode mit dem Körper des Patienten und der andere Ausgangsanschluß mit einer sogenannten aktiven, vom Chirurgen zu handhabenden Elektrode verbunden ist und im bipolaren Betrieb beide Ausgangsanschlüsse mit zwei von dem Chirurgen zu handhabenden Elektroden, die vorzugsweise als Pinzette mit voneinander isolierten Branchen ausgebildet sind, verbunden sind.

Derartige Elektro-Chirurgiegeräte, die überwiegend in Halblei-tertechnik aufgebaut sind, sind bekannt. Sie enthalten im we-sentlichen einen Generator, der eine Frequenz von einigen Hundert Kilohertz erzeugt, einen meist nur in der Betriebsart "koagulieren" wirksamen Modulator, einen Leistungs- oder End-verstärker und verschiedene Sicherheits- und Warnschaltungen zur Verhinderung von Fehlbedienungen. In der Betriebsart "schneiden" wird mit einer verhältnismäßig hohen Ausgangs-leistung gearbeitet, die einen ständigen Lichtbogenübergang zwischen der aktiven Elektrode und dem Gewebe zur Folge hat, so daß dieses mit der entsprechend ausgebildeten Elektrode wie mit einem Skalpell durchtrennt werden kann. In der Betriebs-art "koagulieren" wird das hochfrequente Ausgangssignal des Generators mittels des Modulators in Impulse mit einer Dauer

05.12.67

3045996

- 7 -

von beispielsweise 10 μ s und einer Pause von beispielsweise 40 μ s umgewandelt und gleichzeitig wird die Ausgangsleistung herabgesetzt. Diese Betriebsart wird bevorzugt zum Verschließen von Blutgefäßen benutzt.

Gegebenenfalls ist auch eine gemischte Betriebsart "schneiden/koagulieren" möglich, bei der mit einer längeren Impulsdauer, einer kürzeren Impulspause und gegenüber der Betriebsart "koagulieren" erhöhter Ausgangsleistung gearbeitet wird.

Da für die verschiedenen in Betracht kommenden Einsatzfälle des Elektro-Chirurgiegerätes ganz unterschiedliche Ausgangsleistungen benötigt werden, ist die Leistung zwischen einem Minimalwert nahe Null und einem Maximalwert, der bei mehreren Hundert Watt liegen kann, einstellbar. Die Einstellung erfolgt gewöhnlich für die einzelnen Betriebsarten über getrennte Potentiometer oder Stufenschalter, die z.B. die Höhe der Versorgungsspannung des Endverstärkers steuern. Diese Versorgungsspannung wird hierzu einem Netzgerät mit regelbarer oder zumindest steuerbarer Ausgangsspannung entnommen. Die Schaltungstechniken für solche Netzgeräte sind bekannt und brauchen daher vorliegend nicht im einzelnen erläutert zu werden. Um lediglich ein Beispiel zu nennen, kann das Netzgerät eine Phasenanschnittschaltung mit einem Thyristor oder Triac enthalten, dessen Zündwinkel sich in Abhängigkeit von der Einstellung des Potentiometers oder Stufenschalters verändert.

Aus Sicherheitsgründen, vor allem zur Vermeidung von Verbrennungen, wird die Ausgangsspannung des Gerätes an die vom Chirurgen zu handhabende Elektrode (im monopolaren Betrieb) bzw. an die Elektroden (im bipolaren Betrieb) nur so lange angelegt, wie sie tatsächlich benötigt wird. Dies kann entweder über einen als Momentkontakt ausgebildeten, vom Chirurgen zu betätigenden Fußschalter oder über einen gleichartigen, in den Elektroden-träger und -handgriff eingebauten und vom Chirurgen mit dem Finger zu betätigenden Taster geschehen. Das Betätigen des



Fußschalters oder des Fingerschalters löst dann über einen in dem Elektro-Chirurgiegerät enthaltenen Hilfsstromkreis das Anschwingen des Generators aus oder läßt in anderer Weise die hochfrequente Ausgangsspannung des Gerätes an die Elektroden gelangen.

Entsprechend den unterschiedlichen physiologischen Wirkungen des zwischen den Elektroden in den Betriebsarten "schneiden" und "koagulieren" fließenden Stromes ergibt sich häufig die Notwendigkeit, zwischen diesen Betriebsarten mehrfach umzuschalten. Für eine ferngesteuerte Umschaltung sind hierzu bereits Doppelfußschalter oder Doppelfingerschalter bekannt, die bei Betätigung des einen Kontaktes das Gerät z.B. in der Betriebsart "schneiden" mit der voreingestellten Ausgangsleistung und bei Betätigung des anderen Kontaktes das Gerät dann in der Betriebsart "koagulieren" mit der hierfür voreingestellten Leistung aktivieren. Die Rückmeldung über die jeweils aktivierte Betriebsart erhält der Chirurg optisch durch verschiedenfarbige Signallampen und /oder akustisch in Form von unterschiedlich hohen Tönen.

Im Verlaufe einer Operation, bei der die verschiedensten Gewebe durchtrennt werden, muß aber nicht nur mehrfach zwischen den beiden genannten Betriebsarten umgeschaltet werden, sondern es ist häufig zur Erzielung optimaler Ergebnisse auch eine Änderung der in der jeweiligen Betriebsart eingestellten Ausgangsleistung notwendig. Bei den bisher bekannten Geräten ist hierzu eine Hilfsperson erforderlich, die nach Anweisung des Chirurgen die Ausgangsleistung des Gerätes in der jeweiligen Betriebsart ändert. Dem Chirurgen selbst kann die unmittelbare Gerätebedienung nicht zugemutet werden, da das Operationsfeld seine volle Aufmerksamkeit erfordert. Unabhängig von diesem Gesichtspunkt ist dem Chirurgen die Bedienung des Gerätes aber auch deshalb nicht möglich, weil das Elektro-Chirurgiegerät im Normalfall während einer Operation im unsterilen Bereich steht. Die Tatsache, daß sonach allein für die Ein-

stellung der Ausgangsleistung des Elektro-Chirurgiegerätes teilweise ununterbrochen über mehrere Stunden hinweg eine Bedienperson erforderlich ist, der der Chirurg fortlaufend Anweisungen erteilen und deren Ausführung er überwachen muß, erweist sich als außerordentlich unbefriedigend, zumal hierdurch die Konzentrationsfähigkeit des Chirurgen zusätzlich in Anspruch genommen wird.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Elektro-Chirurgiegerät der eingangs genannten Gattung zu schaffen, dessen Ausgangsleistung vom Chirurgen fernsteuerbar ist.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Wert des die Ausgangsleistung des Gerätes bestimmenden Widerstandes durch Betätigung eines ersten, in dem Griff der vom Chirurgen zu handhabenden Elektrode(n) untergebrachten und mit dem Gerät elektrisch verbundenen Kontaktes vergrößerbar und durch Betätigung eines zweiten, gleichartigen Kontaktes verkleinerbar ist.

Diese Lösung hat den Vorteil, die bisher notwendige Hilfsperson zur Einstellung der Ausgangsleistung des Gerätes überflüssig zu machen, so daß die Ausgangsleistung des Elektrochirurgiegerätes unmittelbar vom Chirurgen fernbedient einstellbar ist. Hierdurch entfallen auch die bisher unvermeidlichen zeitlichen Verzögerungen und Fehlbedienungen aufgrund von Hörfehlern oder anderen Mißverständnissen zwischen dem Chirurgen und der Hilfsperson.

Die Ansprüche 2 und 3 betreffen Weiterbildungen des Gerätes, die dem Chirurgen unmittelbar anzeigen, welche Ausgangsleistung er vorgewählt bzw. eingestellt hat.

Der Grundgedanke der Erfindung läßt sich sowohl elektromechanisch als auch elektronisch, im letzteren Fall entweder in analoger oder in digitaler Schaltungstechnik verwirklichen.

Die Ansprüche 4 und 5 betreffen elektromechanische Lösungen.

Der Anspruch 6 betrifft eine Ausführungsform in analoger Schaltungstechnik.

Der Anspruch 7 bezieht sich auf eine Ausführungsform in gemischter digital/ analoger Schaltungstechnik.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform in rein digitaler Schaltungstechnik ist im Anspruch 8 angegeben.

Die Ansprüche 9 bis 15 sind auf Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen dieser Ausführungsformen gerichtet.

Das Elektro-Chirurgiegerät nach der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert, in der verschiedene Ausführungsformen im Blockschaltbild dargestellt sind. Es zeigt:

- Figur 1 - eine vereinfachte Darstellung eines Elektro-Chirurgiegerätes nach dem Stand der Technik.
- Figur 2 - ein Schaltbild zur Erläuterung des Grundgedankens der Erfindung,
- Figur 3 - eine erste Ausführungsform einer elektromechanischen Fernsteuerschaltung,
- Figur 4 - ein Ausführungsbeispiel einer Schaltung zur akustischen Signalisierung und zur optischen Anzeige der eingestellten Ausgangsleistung,
- Figur 5 - eine zweite Ausführungsform einer elektromechanischen Fernsteuerschaltung,
- Figur 6 - ein Ausführungsbeispiel einer im wesentlichen analog arbeitenden elektrischen Fernsteuerschaltung,
- Figur 7 - ein Ausführungsbeispiel einer digital/analog arbeitenden Fernsteuerschaltung

- Figur 8 - ein weiteres Ausführungsbeispiel einer im wesentlichen digitalen Fernsteuerschaltung,
Figur 9 - eine Ausführungsform der Digitalschaltung nach Figur 8 in Verbindung mit einer optischen und einer akustischen Anzeige,
Figur 10 - ein vereinfachtes Schaltbild einer Digitalschaltung für die Fernsteuerung eines Elektrochirurgiegerätes mit mehreren Betriebsarten.

Das in Fig. 1 dargestellte Elektrochirurgiegerät nach dem Stand der Technik besteht im wesentlichen aus einem eine hochfrequente Schwingung erzeugenden Generator 1, dem ein steuerbarer Modulator 2 nachgeschaltet ist, auf den ein ebenfalls steuerbarer End- oder Leistungsverstärker 3 folgt. An die Ausgänge 4, 5 sind verschiedene, nicht dargestellte Behandlungselektroden anschließbar.

Ein derartiges Elektrochirurgiegerät ist gewöhnlich zwischen den Betriebsarten "monopolar" und "bipolar" umschaltbar sowie in der Betriebsart "monopolar" zwischen den Betriebsarten "schneiden" und "koagulieren" umschaltbar. In jeder Betriebsart ist die Ausgangsleistung des Gerätes getrennt einstellbar.

Zur Umschaltung zwischen der monopolaren und der bipolaren Betriebsart dient ein Schalter S 1, zur Umschaltung zwischen den Betriebsarten "schneiden" und "koagulieren" dient ein Schalter S 2. Der Schalter S 2 kann in nicht näher dargestellter Weise vom Chirurgen über einen Fußschalter oder einen Fingerschalter betätigt werden. Die Kontakte der Schalter S 1, S 2 sind derart zusammengeschaltet, daß einerseits der Modulator 2 über seine Steuereingänge 2a und 2b das der jeweils gewählten Betriebsart entsprechende Steuersignal erhält und daß andererseits für jede Betriebsart ein gesondertes Potentiometer R_s , R_k , R_b zur Einstellung der Ausgangsleistung des Gerätes wirksam wirkt. Im vorliegenden Fall

liegt das jeweilige Potentiometer entsprechend der Stellung der Schalter S1, S2 am Steuereingang eines Netzgerätes 6, das über seinen Ausgang 6a die Versorgungsspannung für den Endverstärker 3 liefert, so daß die Amplitude dessen hochfrequenten, ggf. durch den Modulator 2 impulsmodulierten Ausgangssignales an den Ausgängen 4,5 etwa proportional zur Ausgangsspannung des Netzgerätes 6 ist. Die Ausgangsspannung des Netzgerätes 6 ist ihrerseits etwa proportional zudem an dem betreffenden Potentiometer, im dargestellten Fall an dem Potentiometer R_s , eingestellten Widerstandswert.

Die Steuerung der Ausgangsleistung kann selbstverständlich auch in anderer Weise verwirklicht, ggf. auch durch eine entsprechende Regelung ersetzt werden, bei der dann der an dem betreffenden Potentiometer eingestellte Widerstandswert als SOLL-Wert-Geber arbeitet. Die das Netzgerät 6 steuernde Eingangsgröße kann sowohl unmittelbar der Widerstandswert als auch ein dem eingestellten Widerstandswert proportionaler Strom oder eine proportionale Spannung sein.

Die Steuerung des Modulators 2 ist hier nur schematisch dargestellt und kann beispielsweise so ausgelegt werden, daß der Modulator 2 dann, wenn sein Steuereingang 2a in der der gezeichneten Schalterstellung entsprechenden Betriebsart "schneiden" auf Masse gelegt wird, unwirksam ist, also dem hochfrequenten Generatorsignal keine Modulation aufgeprägt wird, daß der Modulator 2 hingegen eine Impulsmodulation in jeder anderen Betriebsart erzeugt, nämlich dann, wenn sein Eingang 2b auf Masse liegt. Der Modulator 2 kann selbstverständlich noch weitere Steuereingänge haben, z.B. für eine Betriebsart "mischen", die grundsätzlich der Betriebsart "schneiden" entspricht, wobei jedoch zusätzlich das Hochfrequenzsignal impulsmoduliert wird, und zwar mit einer gegenüber der Betriebsart "koagulieren" längeren Impulsdauer.

Wegen der für elektromedizinische Geräte geltenden, strengen Sicherheitsbestimmungen, aber auch deshalb, weil eine unbeabsichtigte Aktivierung der mit den Ausgängen 4,5 verbundenen

Elektroden oder eine Aktivierung in einer für den betreffenden Anwendungsfall ungeeigneten Betriebsart zu erheblichen Verbrennungen des Patienten oder des Chirurgen führen kann, enthalten die üblichen Elektrochirurgiegeräte eine Reihe von Sicherheits- und Anzeigeschaltungen, die mit Ausnahme des Schalters S3 in der Steuerleitung des Endverstärkers 2 nicht dargestellt sind. Bei geöffnetem Schalter S3 liegt an den Ausgängen 4,5 kein Signal. Der Schalter S3 wird üblicherweise vom Chirurgen fernbedient, und zwar entweder über einen Fußschalter oder über einen Fingerschalter, die jeweils als Momentkontakt ausgebildet sind. Der Momentkontakt kann auch mit der Fernbedienung für S 2 zu einem Doppelfußschalter oder einem Doppelfingerschalter kombiniert sein, wobei dann der eine Schalter der Betriebsart "schneiden" und der andere Schalter der Betriebsart "koagulieren" zugeordnet ist und jeweils bei Betätigung des einen oder des anderen Schalters gleichzeitig der Schalter S 3 geschlossen wird.

Zusätzlich zu dieser fernbedienbaren Betriebsartenumschaltung und Aktivierung der Elektroden ist es aus den einleitend angegebenen Gründen wünschenswert, auch die Ausgangsleistung des Gerätes fernbedient einstellen zu können. Wiederum aus Sicherheitsgründen soll dabei aber der durch das betreffende Potentiometer R_s , R_k oder R_p eingestellte, obere Grenzwert der Ausgangsleistung nicht überschritten werden können. Gemäß dem in Fig. 2 dargestellten Grundgedanken der Erfindung verfügt der Chirurg hierfür über zwei Momentkontakte K 1 und K 2, die ebenfalls als Fußschalter oder als Fingerschalter ausgebildet und über eine Leitung L mit einer Schaltung 7 innerhalb des Elektrochirurgiegerätes verbunden sind, die an ihren Ausgängen 8,9 einen Widerstandswert R liefert, der sich stetig oder schrittweise erhöht, solange der Kontakt K 1 geschlossen ist, hingegen abnimmt, solange der Kontakt K 2 geschlossen ist und konstant bleibt, solange beide Kontakte offen sind, sowie vorzugsweise und aus Sicherheitsgründen auch dann konstant bleibt, wenn beide Kontakte gleichzeitig gedrückt werden. Der an den Ausgängen 8 und 9 der Schaltung 7 erscheinende Widerstandswert wird dann zur Steuerung der Ausgangsleistung des Elektro-

chirurgiegerätes herangezogen. Für die folgende Beschreibung wird angenommen, daß diese Steuerung gemäß dem Ausführungsbeispiel in Fig. 1 verwirklicht ist. Sofern hierbei die Ausgangsleistung mit zunehmendem Wert des jeweils wirksamen Potentiometers R_s , R_k oder R_p steigt, wird die Bedingung, daß die Ausgangsleistung den an dem betreffenden Potentiometer voreingestellten Wert nicht überschreiten darf, dadurch erfüllt, daß der Ausgang 8 der Schaltung 7 mit der Steuerleitung des Netzgerätes 6 in Fig. 1 am Punkt I verbunden wird und der Ausgang 9 der Schaltung 7 mit Masse verbunden wird. Sofern der umgekehrte Zusammenhang zwischen dem an dem jeweiligen Potentiometer eingestellten Widerstandswert und der Ausgangsleistung besteht, wird statt dieser Parallelschaltung eine Serienschaltung verwendet, so daß R dann zwischen den Punkten I und II in der Steuerleitung des Netzgerätes 7 liegt.

Fig. 3 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel mit einem richtungs-umkehrbaren Servomotor M, der ein Potentiometer R verstellt. Die beiden feststehenden Kontaktstücke der Kontakte K 1, K 2 sind über eine Wechselspannungsquelle 10 mit dem einen Anschluß des Motors M verbunden, dessen anderer Anschluß über zwei gegensinnig gepolte Dioden D 1, D 2 mit den beiden beweglichen Kontaktstücken der Kontakte K 1, K 2 in Verbindung steht. Bei Betätigung des Kontaktes K 1 erhält der Motor M die positiven Halbwellen der von der Spannungsquelle 10 gelieferten Spannung und dreht in der einen Richtung, bei Schließen des Kontaktes K 2 wird der Motor mit den negativen Halbwellen betrieben und läuft in der entgegengesetzten Drehrichtung.

Bei einer fernbedienten Änderung der Ausgangsleistung des Gerätes ist eine zumindest qualitative, vorzugsweise aber auch gleichzeitig eine quantitative Anzeige der gerade eingestellten Ausgangsleistung für den Chirurgen erforderlich. Ein unmittelbarer Abgriff vom Ausgang des Elektrochirurgiegerätes ist nicht ohne weiteres möglich, da dieser Ausgang über den Schalter S 3 (Fig. 1) jeweils nur kurzzeitig aktiviert wird. Eine akustische und optische Anzeigeschaltung, die eine ständige Information über die

eingestellte Ausgangsleistung liefert, ist in Fig. 4 dargestellt. Ausgegangen wird hierbei von einem analogen Signal, das proportional zu dem fernbedient eingestellten Widerstandswert R ist. Eine einfache Möglichkeit zur Gewinnung eines derartigen Analogsignals besteht an die in Fig. 3 dargestellte Schaltung anschließend darin, daß der Motor M zusätzlich zu dem Potentiometer R und synchron mit diesem ein weiteres R' verstellt, dessen Anschlüsse zwischen Masse und einer Spannung $+U$ liegt und dessen Schleifer somit eine dem eingestellten Widerstandswert R proportionale Spannung u_R liefert. Diese Spannung u_R wird dem Steuereingang eines spannungsgesteuerten Oszillators 11 sowie dem ersten Eingang eines Analogmultiplizierers 12 zugeführt, dessen zweiter Eingang mit dem Ausgang eines Tongenerators 13 verbunden ist. Ein Lautsprecher 14 ist über einen Schalter S 4 entweder mit dem Ausgang des spannungsgesteuerten Oszillators 11 oder dem Ausgang des Analogmultiplizierers 12 verbindbar. Im ersten Fall liefert der Lautsprecher 14 ein akustisches Signal, dessen Tonhöhe sich proportional zur eingestellten Ausgangsleistung ändert, im zweiten Fall gibt der Lautsprecher 14 ein Tonsignal ab, dessen Lautstärke proportional zur Ausgangsleistung des Gerätes ist.

Die Eingangsleistung ist weiterhin über eine 7-Segment-Anzeige 15 digital sowie über eine Leuchtdiodenzeile 16 analog in dimensionslosen Einheiten, z.B. von 0 - 10, anzeigbar. Die Spannung u_R wird hierzu weiterhin parallel den Eingängen einerseits einer Decoder- und Treiberschaltung 17 für die 7-Segment-Anzeige und andererseits einer Decoder- und Treiberschaltung 18 für ein sogenanntes Bar Graph, d.h. eine Leuchtdiodenzeile, die nach Art der bekannten LED-Aussteuerungsanzeigen arbeitet, zugeführt. Die entsprechenden Schaltungen sind dem Fachmann bekannt.

In Fig. 5 ist eine weitere elektromechanische Lösung für die Fernsteuerung dargestellt. Die Kontakte K_1 und K_2 sind mit den Relaiswicklungen A' und A'' des Relais eines richtungsumkehrbaren Schrittschaltwerkes verbunden, zwischen dessen feststehenden Kontaktpaaren a_0 bis a_{n+1} ein beweglicher Kontakt a schrittweise

verschiebbar ist, wobei jede Betätigung des Kontaktes K 1 einen Verschiebungsschritt in der einen Richtung, jede Betätigung des Kontaktes K 2 eine Verschiebung in der anderen Richtung bewirkt. Die Kontaktpaare a_0 bis a_{n+1} liegen parallel zwischen Masse und den Teilwiderständen R 1 bis R_n einer Widerstandskette, deren erster Widerstand R 1 mit dem Punkt I der Schaltung nach Fig. 1 und deren letzter Widerstand R_n mit Masse verbunden ist. Der einstellbare Widerstandswert wird also aus der Summe der jeweils im Leitungszug liegenden Teilwiderstände gebildet. Das beschriebene Schrittschaltwerk spielt somit die Rolle der Schaltung 7 in Fig. 2.

Fig. 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Schaltung 7 nach Fig. 2. Die Kontakte K 1 und K 2 steuern hierbei einen Treppen-spannungsgenerator 19, dessen Ausgang mit der Basis eines npn-Transistors 20 verbunden ist, dessen Kollektor/Emitter-Strecke die Rolle des - in diesem Falle schrittweise - veränderlichen Widerstandswertes R spielt. Funktionsmäßig entspricht der Treppen-spannungsgenerator 19 dem Schrittschaltwerk nach Fig. 5, die Kollektor/Emitter-Strecke des Transistors 20 der Widerstandskette in Fig. 5. Der Zusammenhang zwischen dem Durchlaßwiderstand des Transistors 20 und dem an seiner Basis anliegenden, treppenförmigen Steuerstrom kann durch bekannte Schaltungsmaßnahmen linearisiert werden. Anstelle des bipolaren Transistors 20 kann auch ein Feldeffekttransistor verwendet werden, der unmittelbar mit der Ausgangsspannung des Treppenspannungsgenerators 19 steuerbar ist und den Vorteil einer höheren Linearität des Zusammenhangs zwischen der Steuerspannung und dem Durchlaßwiderstand seiner Source-Drain-Strecke hat. Der Treppenspannungsgenerator 19 enthält einen Taktgeber, der die Ausgangsspannung schrittweise im vorgegebenen Takt jeweils um einen festen Betrag erhöht, solange der Kontakt K 1 gedrückt wird, hingegen vermindert, solange der Kontakt K 2 gedrückt wird.

Während die in Fig. 6 wiedergegebene Schaltung weitgehend analog arbeitet, ist in Fig. 7 eine Ausführungsform mit weitgehend digitaler Arbeitsweise dargestellt. Die Kontakte K 1 und K 2

sind hierbei mit den Steuereingängen einer Digitalschaltung 21 verbunden, die an ihrem Ausgang ein digital, z.B. BCD-codiertes Signal oder Datenwort erzeugt, dessen Wert wächst, solange der Kontakt K 1 gedrückt wird, dessen Wert hingegen abnimmt, solange der Kontakt K 2 gedrückt wird. Dieses Datensignal wird seriell oder parallel einem Digital/Analogwandler 22 zugeführt, dessen Ausgangssignal den Durchlaßwiderstand eines Halbleiters 23, im Ausführungsbeispiel wiederum einen npn-Transistor, steuert. Bei offenen Kontakten K 1, K 2 liegen die entsprechenden Eingänge der Digitalschaltung 21 über die Widerstände r an der Spannung +U, erhalten also den logischen Pegel H. Bei Schließen eines der Kontakte wird der betreffende Eingang auf Masse gelegt und befindet sich somit auf dem logischen Pegel L.

Fig. 8 zeigt eine Abwandlung dieses Ausführungsbeispiels, bei der auf die Digitalschaltung 21 ein Decoder 23 folgt, der das von der Digitalschaltung im BCD-Code mit 8 Bit gelieferte Datenwort decodiert und eine dem jeweiligen Digitalwert an seinem Eingang entsprechende Signalverteilung an seinen Ausgängen B 1 bis B 8 liefert. Jeder dieser Ausgänge ist mit der Basis eines zugehörigen Transistors T 24 bis T 32 verbunden. Jeder dieser Transistoren steuert ein Relais A₁ bis A₈. Die zugehörigen Relaiskontakte a₁ bis a₈ liegen parallel zu den Teilwiderständen R₁ bis R₈ einer Widerstandskette, deren Fußpunkt auf Masse liegt, während ihr oberer Anschluß mit dem Punkt I der Schaltung nach Fig. 1 verbunden ist. Die Werte der Teilwiderstände folgen der geometrischen Reihe 2, 4, 8 ..., 2ⁿ, so daß der Zusammenhang gilt: R₈ = 2 x R₇; ...; R₂ = 2 x R₁. Der Decoder 23 setzt somit das von der Digitalschaltung 21 gelieferte 8-Bit-Datenwort, das demnach 256 Werte annehmen kann, in den diesem Datenwort entsprechenden Widerstandswert um, und zwar durch Zusammensetzung dieses Widerstandswertes aus den betreffenden Teilwiderständen R₁ bis R₈.

Grundsätzlich können die Transistoren T 24 bis T 32 sowie die zugehörigen Relais A₁ bis A₈ mit den Kontakten o₁ bis o₈ auch durch Optokoppler ersetzt werden. Letztere sind jedoch gegenüber

HF-Einstrahlungen und andere, in dem Elektrochirurgiegerät entstehende Störspannungen empfindlicher als Relais.

Fig. 9 zeigt ein Ausführungsbeispiel für die Digitalschaltung 21. Sie besteht aus einem 8-Bit-Aufwärts/Abwärts-Zähler, der an seinem Ausgang ein BCD-codiertes Datenwort entsprechend dem erreichten Zählerstand liefert, das über einen Datenbus DB einerseits dem Decoder 23 (vgl. Fig. 8) und andererseits dem D/A-Wandlers 22 (vgl. Fig. 7) zugeführt wird, dessen analoge, dem eingestellten Widerstandswert entsprechende Ausgangsspannung u_R einer optischen Anzeige 25 und einer akustischen Anzeige 26 zugeführt wird. Beide Anzeigen können dabei entsprechend Fig. 4 ausgeführt sein. Alternativ hierzu kann die optische Anzeige auch direkt an den Datenbus DB angeschlossen sein, wobei für eine Anzeige in dimensionslosen Relativwerten z.B. von 0 bis 10 eine Auswertung des höherwertigen Halbbyte sowie die Verwendung einer 1 1/2 - stelligen 7-Segment-Anzeige genügt. Entsprechende integrierte Schaltungen sind handelsüblich.

Der Reset-Eingang des Zählers 24 ist mit einer nicht näher dargestellten Schaltung verbunden, die bei jeder Änderung der Betriebsart des Elektrochirurgiegerätes einen Resetimpuls R liefert. Der Takteingang des Zählers 24 ist mit einem Taktgenerator 27 verbunden. Der Eingang "up" für die Zählrichtung "aufwärts" ist mit dem Kontakt K 1 verbunden. Der Eingang "down" für die Zählrichtung "abwärts" ist mit dem Kontakt K 2 verbunden. Der Takteingang wird freigegeben, wenn entweder der Eingang "up" oder der Eingang "down" bei Schließen des zugeordneten Kontaktes K 1 oder K 2 den Zustand L annehmen. Der Zähler zählt dann von dem zuletzt erreichten und gespeicherten Zählerstand aus aufwärts bzw. abwärts bis der betreffende Kontakt wieder öffnet. Der erreichte Zählerstand wird als Datenwort im BCD-Code oder in jedem anderen geeigneten Code fortlaufend an den Datenbus DB abgegeben. Das Rücksetzen des Zählers 24 auf 0 bei jedem Wechsel der Betriebsart verhindert, daß die Elektroden unbeabsichtigt mit einer zu hohen, nämlich^{der} dem in der vorhergehenden Betriebsart erreichten Zähler-

stand entsprechenden Ausgangsleistung aktiviert werden. Dieser Fall kann sehr leicht eintreten, wenn von der Betriebsart "schneiden" auf die Betriebsart "koagulieren" umgeschaltet wird, denn im ersteren Fall wird regelmäßig mit einer erheblichen, gegebenenfalls mehr als das Doppelte betragenden Ausgangsleistung als im letzteren Fall gearbeitet. Das Rücksetzen des Zählers bei jedem Wechsel der Betriebsart hat allerdings den Nachteil, daß dann jedes Mal in der neuen Betriebsart die Ausgangsleistung durch Betätigung des Kontaktes K 1 von einem nahe bei Null liegenden Wert auf den erforderlichen Betriebswert gebracht werden muß.

Diesen Nachteil vermeidet die in Fig. 10 dargestellte Schaltung. An ihre Fernsteuereingänge E 1 und E 2 sind die hier aus Platzgründen nicht mehr gezeichneten Kontakte K 1 und K 2 angeschlossen, die im betätigten Zustand den betreffenden Eingang mit Masse verbinden, also den über die Widerstände r erzeugten Ruhezustand H in den Zustand L ändern. An die Betriebsarten-Meldeeingänge E3 bis E5 sind die Schalter S1 und S2 (Fig. 1) mit nicht gezeichneten Hilfskontakten angeschlossen, die den Zustand des betreffenden Eingangs von H nach L ändern, wenn die zugehörige Betriebsart eingeschaltet bzw. auf diese umgeschaltet wird.

Die Schaltung umfaßt im wesentlichen einen 8-Bit-Zähler Z und für jede Betriebsart ein D-Flipflop FF1 bis FF3 sowie einen zugeordneten Datenspeicher M I bis M III. In Abhängigkeit von dem logischen Zustand an seinen steuernden Eingängen zählt der Zähler die Impulse des Taktgenerators 27 und gibt den jeweils erreichten Zählerstand über seinen Ausgang D_{out} als Datenwort an den Datenbus DB 1 ab. Mit dem Datenbus ist einerseits eine Zählerendwertlogik 28 verbunden, die verhindert, daß der bei einem 8-Bit-Zähler maximal mögliche Zählerstand von 256 überschritten wird und der Zähler Z somit als Ringzähler arbeitet; weiterhin besitzt der Datenbus DB 1 einen Anschluß für den Decoder 23 (Fig. 8, 9) sowie gegebenenfalls für den D/A-Wandler 22 (Fig. 9) und ist mit den Dateneingängen D_n der Speicher M I bis M III verbunden. Deren Datenausgänge D_{out} sind über einen weiteren Datenbus DB 2 mit dem

Dateneingang D_{in} des Zählers Z verbunden. Die Speicher M I bis M III speichern bei Übergang auf eine neue Betriebsart den jeweils in der vorhergehenden Betriebsart zuletzt erreichten Zählerstand in Form des entsprechenden Datenwortes, das bei Rückumschaltung auf die vorhergehende Betriebsart den Zähler Z über den Datenbus DB II auf den zuvor erreichten Wert voreinstellt. Eine Eingangskontrolle 29 prüft den logischen Zustand der Betriebsarten-Meldeingänge E3 bis E5 auf Plausibilität.

Die Schaltung arbeitet folgendermaßen, wobei positive Logik angenommen ist und L den Binärwert 0, H den Binärwert 1 bedeuten:

Bei dem Zähler Z dominiert die Presetbedingung. Für Preset = H sind der Up/Down-Eingang und der Takteingang gesperrt. Über D_{in} wird das auf dem Datenbus DB2 vorhandene Datenwort übernommen. Preset = L sperrt D_{in} und gibt D_{out} sowie den Takteingang und den Up/Down-Eingang frei. Bei letzterem bedeutet L Aufwärtszählen, H Abwärtszählen. Bei den Speichern M I bis M III führt L am Eingang Dis zur Freigabe von D_{out} , H an Dis zur Sperrung von D_{out} . L am Eingang St sperrt D/D_{in} , H an St führt zur Übernahme des Datenwortes über D_{in} in den Speicher.

L an einem der Eingänge der Eingangskontrolle 29 führt zu H an dem zugehörigen Ausgang Q_2 bis Q_4 . Der Ausgang Q_1 befindet sich nur dann auf H, wenn nicht mehr als ein Eingang auf L liegt. Alle anderen Eingangszustände führen zu L an Q_1 .

Im folgenden wird nun angenommen, daß L an E3 die Betriebsart "bipolar", L an E4 die Betriebsart "schneiden" und L an E5 die Betriebsart "koagulieren" bedeuten. Weiter wird angenommen, daß zunächst die Betriebsart "schneiden" gewählt war und der Zähler Z einen bestimmten Zählerstand erreicht hat. Nun werde auf die Betriebsart "bipolar" gewechselt. E4 wechselt dann von L nach H,

E 3 von H nach L. Da dieser Zustand ebenso wie der vorhergehende Zustand plausibel bzw. zulässig ist, bleibt Q_1 auf H. Das Q_1 nachgeschaltete UND-Glied G 1 erhält von dem Ausgang \bar{Q} des nicht gesetzten Monoflops MF an seinem weiteren Eingang ebenfalls H und läßt daher das an seinem dritten Eingang anliegende Taktsignal des Taktgenerators 27 durch, das somit auf die Takteingänge der hier interessierenden Flipflops FF1 und FF2 gelangt. Da der Ausgang Q_3 der Eingangskontrolle 29 von H auf L wechselt, wird FF2 zurückgesetzt, während FF1 von Q_4 an seinem D-Eingang H erhält und daher gesetzt wird. Sein Ausgang \bar{Q} wechselt von H nach L, während gleichzeitig der Ausgang \bar{Q} von FF2 von L nach H wechselt. Über Dis von M II wird hierdurch die weitere Datenausgabe gesperrt. Das H-Signal triggert über ein Impulsgatter IG2 und ein ODER-Glied G2 das Monoflop MF, so daß dessen Ausgang \bar{Q} von H nach L wechselt und damit G1 für die Dauer der eingestellten Zeit für weitere Taktimpulse sperrt, während Q von MF gleichzeitig auf H geht. Der Ausgang Q von MF ist einerseits über ein ODER-Glied G6 mit dem Preseteingang des Zählers Z verbunden, so daß dieser während der Dauer der Betriebsartenumschaltung und der anschließenden Zeit bis zum Zurückkippen von MF für Zählbefehle gesperrt bleibt; Q von MF ist weiterhin mit den ersten Eingängen von drei NOR-Gliedern G3 bis G5 verbunden, von denen jedes dem Storeeingang St der Speicher M I bis M III vorgeschaltet und mit seinem zweiten Eingang mit dem Ausgang \bar{Q} des betreffenden Flipflops FF1 bis FF3 verbunden ist. Da das NOR-Glied G4 von \bar{Q} von FF2 nunmehr, d.h. nach dem Rückkippen von FF2, H erhält, wird unabhängig von dem an seinem ersten Eingang vorhandenen Zustand das zuletzt eingegebene Datenwort gespeichert und die weitere Dateneingabe gesperrt, während der gleiche Wert H an dem Eingang Dis die weitere Datenausgabe sperrt. Somit ist in M II der letzte Zählerstand in der Betriebsart "schneiden" gespeichert.

Der der neuen Betriebsart "bipolar" zugeordnete Speicher M I erhält hingegen jetzt von \bar{Q} von FF1 an seinem Eingang Dis ein Signal L, so daß D_{out} freigegeben und das gespeicherte Daten-

wort über DB2 an den sich im Presetzustand befindenden Zähler Z zu dessen Voreinstellung übertragen wird. Bis zum Rückkippen von MF bleibt hierbei D_{in} von MI gesperrt, da der zugehörige Store-eingang St erst dann von L auf H wechselt und damit D_{in} freigibt, wenn MF zurückkippt und damit an beiden Eingängen des NOR-Gliedes G3 der Pegel L anliegt. Mit dem Rückkippen von MF ist somit einerseits die Voreinstellung von Z abgeschlossen und andererseits der MI zur Einspeicherung eines neuen Datenwortes bereit.

Undefinierte oder unzulässige Betriebszustände hinsichtlich der gewählten Betriebsart schließt die Schaltung einerseits über die bereits erwähnte Eingangskontrolle 29 und andererseits über ein UND-Glied G7, dessen drei Eingänge mit den \bar{Q} -Ausgängen von FF1 bis FF3 verbunden sind, aus. Der Ausgang dieses UND-Gliedes G7 ist über das ODER-Glied G6 mit dem Preseteingang von Z verbunden, bringt also den Zähler in den Presetzustand, wenn alle Ausgänge \bar{Q} von FF1 bis FF3 sich auf H befinden. Dieser im Normalfall nicht auftretende Zustand kann sich beispielsweise nach dem Einschalten der Betriebsspannung oder aufgrund irgendwelcher Störimpulse ergeben. Ebenso ist Vorsorge getroffen, daß der Zählerstand sich nicht verändern kann, solange nicht entweder an dem Eingang E1 oder an dem Eingang E2 der Zustand L herrscht. Hierzu dient ein Exklusiv-NOR-Glied G8, das mit den Eingängen E1 und E2 sowie mit seinem Ausgang über G6 mit dem Preseteingang des Zählers verbunden ist. Sowohl der Zustand H auf beiden Eingängen E1, E2 als auch der Zustand L (also beide Kontakte K1, K2 aus den vorhergehenden Figuren versehentlich gleichzeitig gedrückt) läßt den Ausgang von G8 von L nach H wechseln. Der Eingang E2 ist einerseits mit der Zählerendwert-Logik 28, andererseits mit dem Up/down-Eingang des Zählers Z verbunden. Die Zählrichtung "aufwärts" wird dadurch erkannt, daß bei aufgehobener Presetbedingung E2 auf H bleibt. Dieser Zustand ist aber nur bei Drücken des Kontaktes K1, d.h. bei E1 auf L, möglich. Der Zählbefehl "abwärts" wird umgekehrt an der Aufhebung der Presetbedingung und dem Zustand L an E2 erkannt.

Die Zählerendwert-Logik 28 vergleicht das von dem Datenbus DB1 erhaltene Datenwort mit dem vorgegebenen unteren und oberen Grenzwert und sperrt bei Erreichen des unteren Grenzwertes und einem weiteren Zählbefehl "abwärts" sowie bei Erreichen des oberen Grenzwertes und einem weiteren Befehl "aufwärts" über ein UND-Glied G9 den Takteingang des Zählers Z für die weiteren Taktimpulse.

-24-

Leerseite

FIG. 1

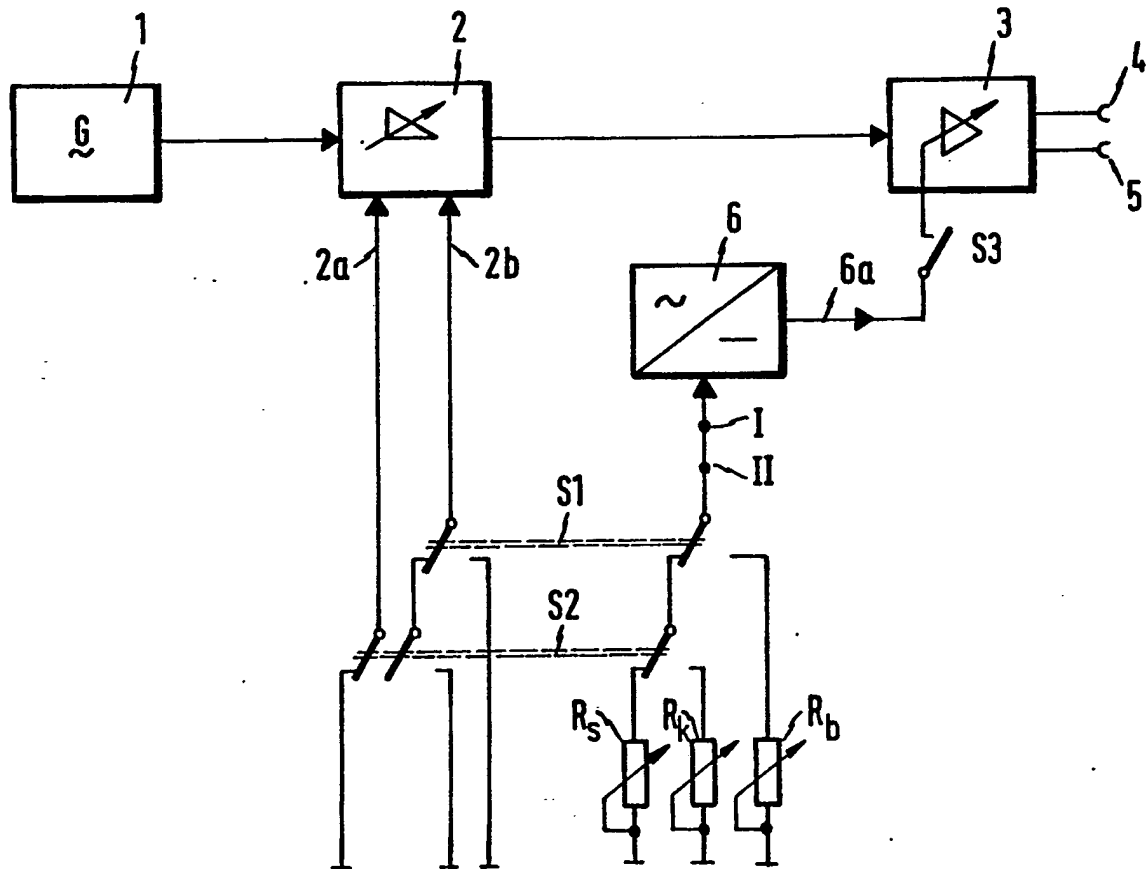


FIG. 2

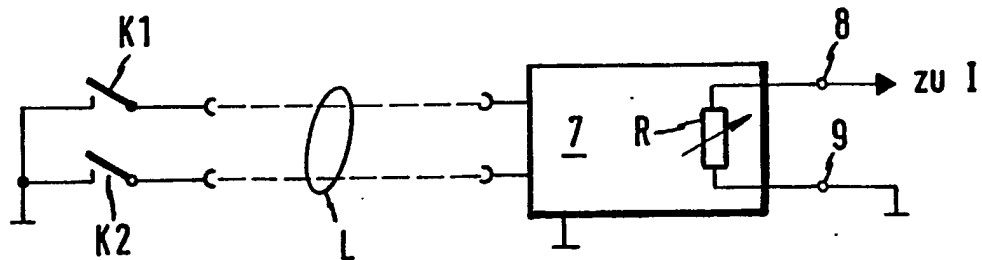


FIG. 3

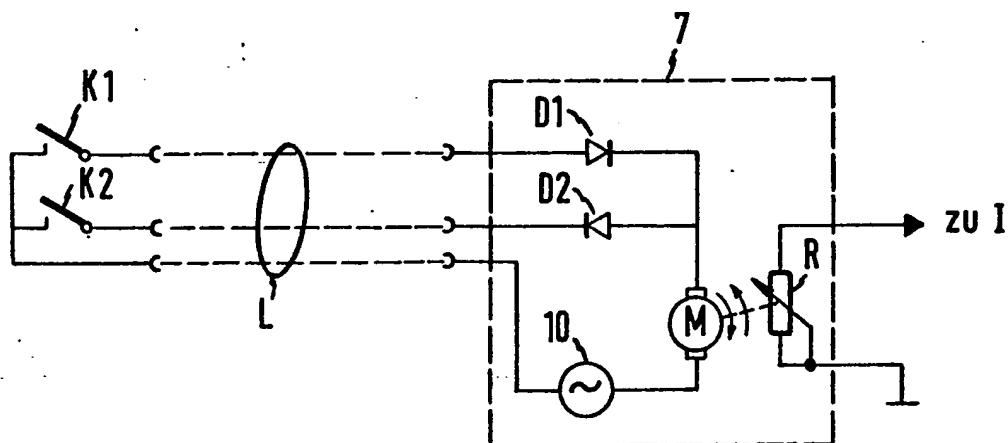
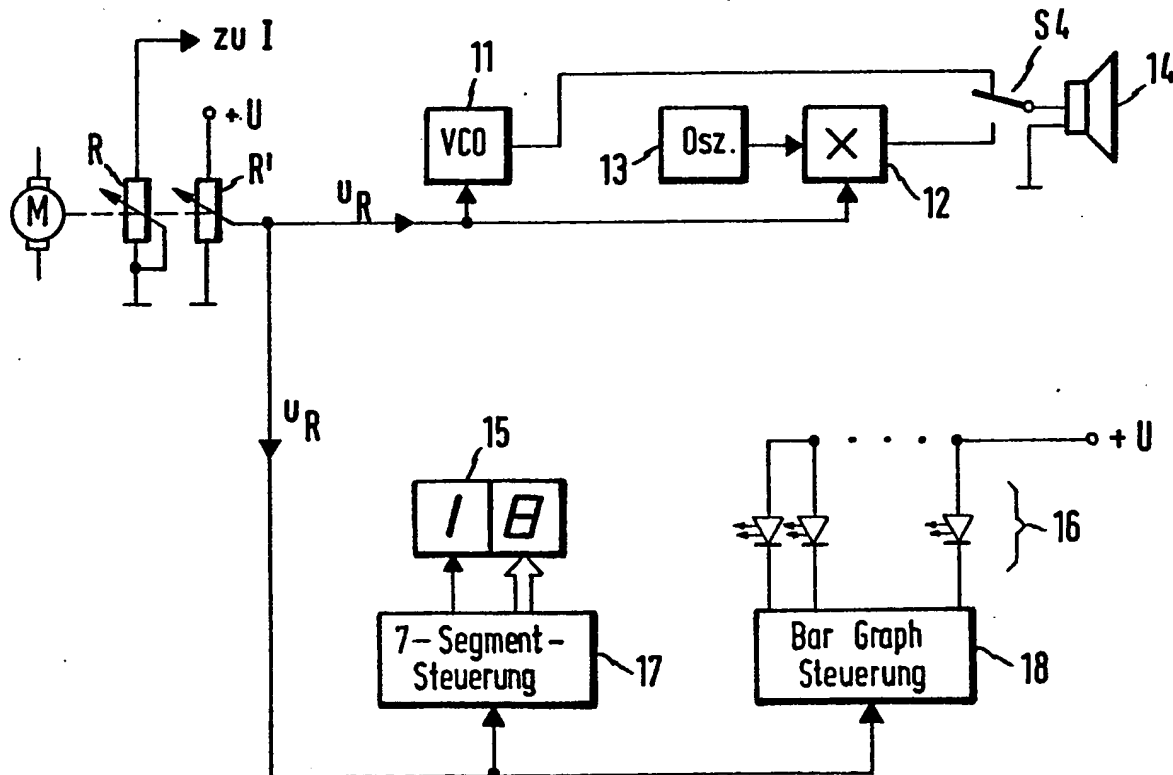


FIG. 4



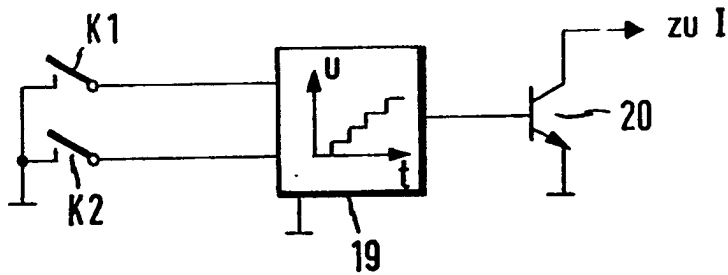
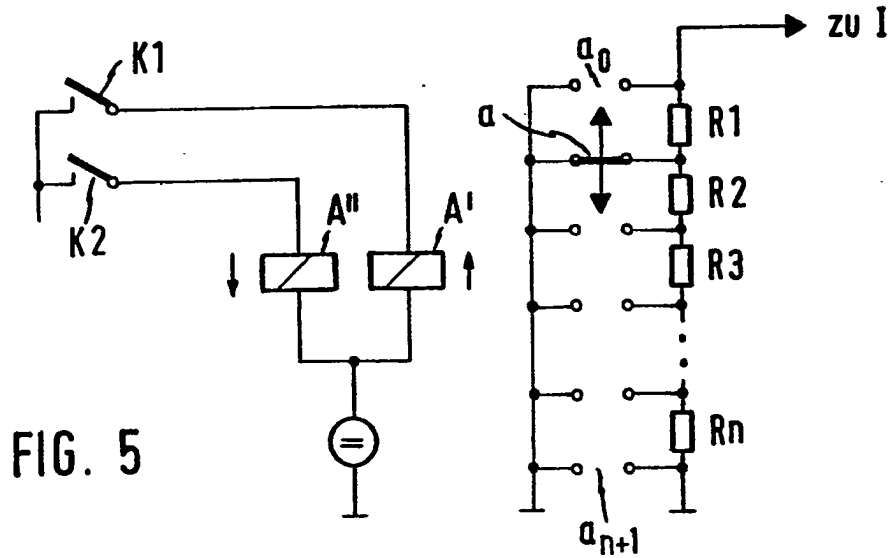


FIG. 6

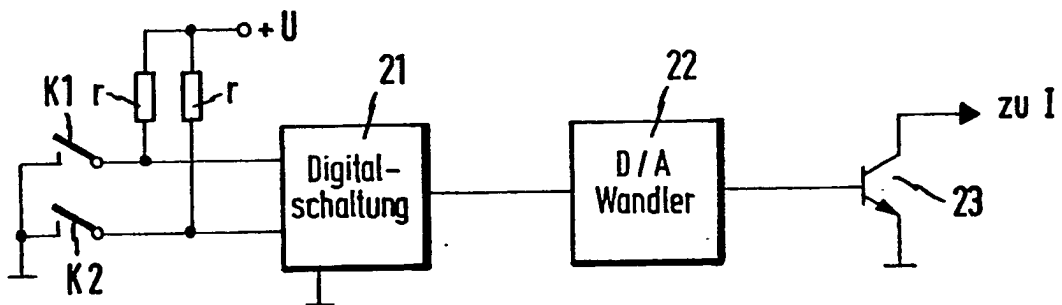


FIG. 7

FIG. 8

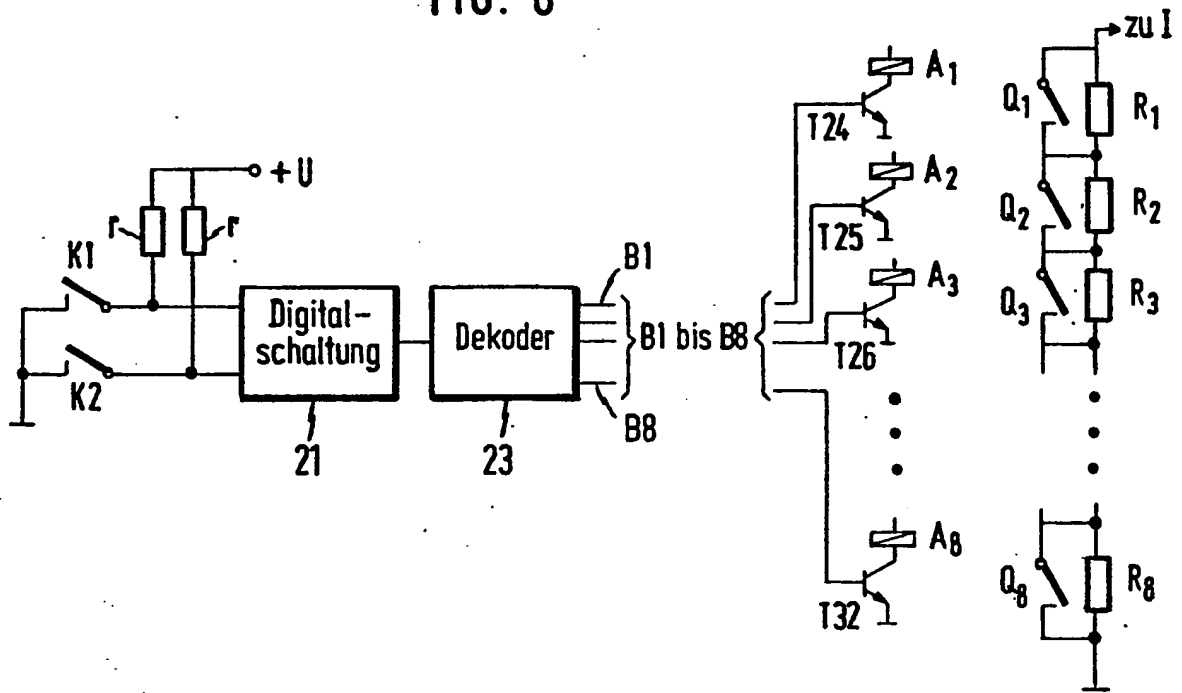


FIG. 9

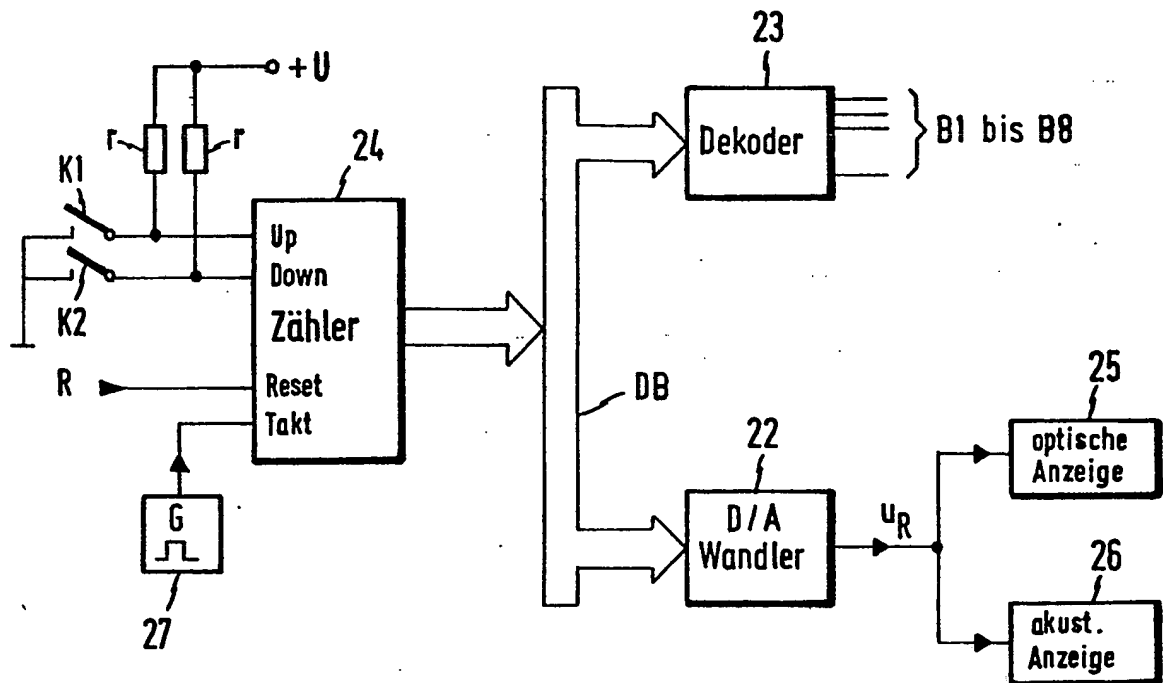


FIG. 10

